

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-33264
(P2002-33264A)

(43) 公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	S 0 2 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 2	H 0 1 L 21/30	S 1 4 E 5 F 0 4 6
			S 1 6 F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-217216 (P2000-217216)

(22) 出願日 平成12年7月13日 (2000.7.13)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 服部 孝司
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 田中 稔彦
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100076096
弁理士 作田 康夫

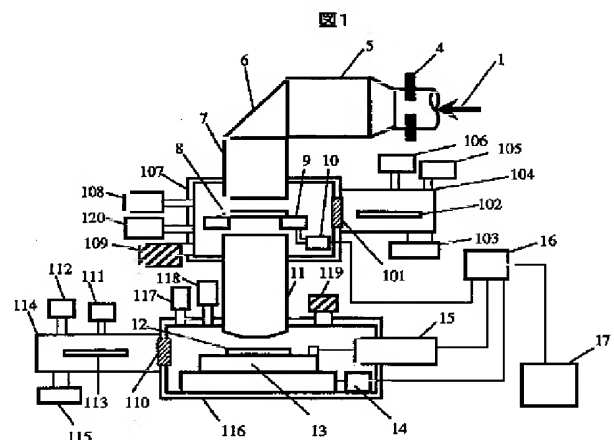
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 少ないエネルギーや不活性ガス使用量で酸素濃度の低い露光環境を確保し、高いウェハ処理能力を持つ真空紫外露光領域対応の露光装置を提供する。

【解決手段】 装置外部とウェハを受け渡しするためのウェハ前室と装置外部とフォトマスクを受け渡しするためのフォトマスク前室を備え、各前室にはウェハステージおよびマスクステージを含む露光本体部と隔壁させるロードロック機構と排気および不活性ガスを導入する設備を備え、かつ露光本体部には酸化反応により雰囲気酸素の濃度を低減させる酸素吸着材を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源、照明光学系、マスクステージ、投影光学系、ウェハステージ、ステージ制御駆動系、露光量制御系、ウェハ搬送系、マスク搬送系を有し、マスクステージ上に載置されたフォトマスクに光源の光を照明系を介して照射し、その光を投影光学系を介してウェハステージ上に載置されたウェハに露光する投影露光装置において、装置外部とウェハを受け渡しするためのウェハ前室と装置外部とフォトマスクを受け渡しするためのフォトマスク前室を有し、上記ウェハ前室およびフォトマスク前室はウェハステージおよびマスクステージを含む露光本体部と隔壁される機構を有し、かつ前記露光本体部には酸化反応により雰囲気酸素の濃度を低減させる酸素吸着材が具備されていることを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】請求項1記載の投影露光装置において、前記酸化反応が金属の酸化反応であることを特徴とした投影露光装置。

【請求項3】請求項1記載の投影露光装置において、ウェハステージの周りの酸素吸着材として多価フェノールを骨格に有する高分子化合物を用いることを特徴とした投影露光装置。

【請求項4】請求項1記載の投影露光装置において、露光光として波長200nm未満の光を用いることを特徴とした投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路装置（LSI）等のパターン転写に使用される投影装置に関し、特に露光光学系に窒素パージが必要な場合のマスクやウェハの取り扱いに有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路装置（LSI）の製造においては、微細パターンを半導体ウェハ上に形成する方法として、リソグラフィ技術が用いられる。このリソグラフィ技術としては、フォトマスク上に形成されているパターンを縮小投影光学系を介して半導体ウェハ上に転写する、光学式投影露光方法が主流となっている。

【0003】これは、図3に示すような光源から発する光1を導く光路2、デフューザ3、照明絞リ4、照明光学系（コンデンサレンズなど）5～7、マスクステージ9、投影光学系11、ウェハステージ13等からなる投影露光装置を用いる方法である。マスク8をマスクステージ9の上に、ウェハ12をウェハステージ13の上にそれぞれ載置し、マスク上のパターンをウェハ上に転写する。パターンの種類によってマスク8を適宜交換する。

【0004】このような投影露光法における解像度Rは、一般に、 $R = k \times \lambda / NA$ で表現される。ここにkはレジスト材料やプロセスに依存する定数、 λ は照明光

の波長、NAは投影露光用レンズの開口数である。この関係式から分かるように、パターンの微細化が進むにつれて、より短波長の光源を用いた投影露光技術が必要とされている。

【0005】現在、照明光源として水銀ランプのi線（ $\lambda = 365 \text{ nm}$ ）やKrFエキシマレーザ（ $\lambda = 248 \text{ nm}$ ）を用いた投影露光装置によって、LSIの製造が行なわれている。更なる微細化を実現するためには、より短波長の光源が必要となり、ArFエキシマレーザ（ $\lambda = 193 \text{ nm}$ ）やF₂エキシマレーザ（ $\lambda = 157 \text{ nm}$ ）の採用が検討されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】光リソグラフィの高解像度化を狙って、露光光をArFエキシマレーザやF₂エキシマレーザにまで短波長化すると、これらの露光光は大気中に含まれる酸素の存在で著しく減衰する。特に、F₂エキシマレーザを用いる場合、雰囲気中の許容酸素濃度はできるだけ減少させることが要求されている。

【0007】例えば、亀山雅臣、第9回光反応・電子用材料研究会講座「ArFの限界と次世代リソグラフィー講演要旨集」p. 33（2000）の「Table 1」ではガスパージングにより酸素濃度を1～10ppmに保つことが必要条件とされている。

【0008】このように、F₂エキシマレーザを用いる光リソグラフィでは、光源から照明光学系、マスク、投影光学系を介してウェハ表面に至る全ての光路において、酸素濃度を10ppm以下に制御することが求められている。

【0009】そこで、特開2000-133588号公報や特開2000-091192号公報に示されているように、光源や各種光学系内は、それぞれ密封に近い状態で個別に環境制御する方法が提案されている。その密封環境の中で雰囲気を窒素に置換することにより、酸素濃度を許容値以下にしようとしている。また、半導体ウェハを載置するウェハステージの領域も密封された空間として外気と遮断し、酸素濃度を許容値以下に保持する試みがなされている。また露光すべきウェハを一旦予備室に入れて真空状態にし、ウェハステージの領域も真空とする、あるいは窒素等の不活性ガスで置換して酸素濃度を許容値以下に保つといういわゆるロードロック式環境対策が考えられている。

【0010】しかし、従来の方法では酸素濃度を10ppm以下に制御するには前室で十分な真空度に達するまで排気し、かつ十分な窒素パージをする必要があった。これはスループットが低いという問題ばかりでなく、エネルギーの浪費、ガス使用量の増大という観点からも問題であった。

【0011】本発明の目的は、マスク周辺部の酸素濃度を許容値以下に保つための不活性ガス置換を容易にし

て、短波長化した光リソグラフィを実現する投影露光装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、装置外部とウェハを受け渡すためのウェハ前室と装置外部とフォトマスクを受け渡すためのフォトマスク前室をウェハステージおよびマスクステージを含む露光本体部と隔壁させるいわゆるロードロック機構を備え、かつ露光本体部には酸化反応により雰囲気酸素の濃度を低減させる酸素吸着材を備える。前室には真空排気設備と不活性ガス導入設備を設ける。前室で雰囲気ガスを不活性ガスに置換させておくが、露光本体部に酸素を吸着させて減らす設備が備わっていることから前室の酸素濃度は20ppm程度であっても露光に問題が生じない。したがって真空排気量や不活性ガスパージ量を抑えることができる。

【0013】すなわち本方法では真空にする、そして不活性ガスで置換するという物理的に酸素濃度を低減する方法にくわえて、化学的な反応により酸素を吸着させる機構を備えることにより、効率的に光路の酸素濃度を所定値以下に制御する。本発明の酸素を吸着する機構としては、鉄、アスコルビン酸、カテコール、不飽和脂肪酸等の酸化反応を利用することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】（実施例1）図1は本発明を実施する装置の構成を示す図である。F₂エキシマレーザ（図示せず）から発した光1を導く光路や光源絞り部4、照明光学系5～7および投影レンズ11は窒素循環装置に繋がっていて窒素封入され、個別に酸素濃度を10ppm以下となるよう制御されている。また、マスク搭載室107には窒素パージ手段120に繋がっていて大気圧の窒素が充填されている。そしてマスク搭載室107は他の光学系部材とは独立に酸素濃度が制御されている。この酸素濃度はモニタ108で監視されている。

【0015】露光光1は、光源絞り部4やコンデンサレンズ5～7を介してマスク8を照明し、マスク8上に描かれているパターンは、投影レンズ11による結像作用でウェハ12上に転写される。

【0016】マスク8は、それをマスクステージ9に載置するのに先立って、マスク搭載室107とバルブ101を隔てて隣接するマスク前室104に準備される。マスク8は、従来マスクと同様にベリクルが貼り付けられているが、図1ではベリクルを省略し、マスク基板のみを示した。このマスク前室104には排気設備103と窒素導入設備105が繋がっており、排気と窒素導入を行ってマスク前室は通常窒素で満たされている。マスク8が搬入されると、排気設備103と窒素導入設備105を使って搬入時に入る空気を窒素に置換する。

【0017】つぎに酸素濃度モニタ106により酸素濃

度が15ppm以下になった時点でバルブ101が開放され、マスク8が、マスクステージ9の上に載置される。マスク搭載室内には、化学的に酸素を吸着する酸素吸着材109を備えており、酸素濃度は10ppm以下に常に保たれている。

【0018】以上の工程により、酸素濃度を10ppm以下に保ちながら、マスクをマスクステージに載置することができた。

【0019】一方、半導体ウェハ12は、個別に環境制御できる露光室116内のウェハステージ13に搭載される。半導体ウェハ12は、ウェハステージ13に載置するに先立って、露光室116とバルブ110を隔てて隣接する予備室（ウェハ前室）114に準備される。

【0020】上記予備室114には排気設備115および窒素導入設備112が繋がっている。ウェハ12が予備室114に搬入されると排気設備115および窒素導入設備112により排気と窒素充填を行って窒素置換を行う。つぎに酸素濃度モニタ111により酸素濃度が15ppm以下になったと判断した時点でバルブ110が開放され、ウェハ12が、露光室116中のウェハステージ13の上に載置される。

【0021】露光室116内には、窒素パージ手段118および化学的に酸素を吸着する脱酸素剤119を備えており、酸素濃度は10ppm以下に常に保たれている。またそれは酸素濃度モニタ117により管理されている。

【0022】以上の工程により、酸素濃度を10ppm以下に保ったまま、露光室116のウェハステージ13にウェハ12を載置することができた。

【0023】通常の方法でマスクとウェハを所定位置に位置決めした後、マスクパターンをウェハ上に転写した。転写のフローを図2に示す。工程20から工程25では、マスクを準備し、マスクステージ上に載置する。既にマスクが載置されている状態で新規ウェハにパターン転写を開始する場合は、このマスクを準備する工程は省略される。工程26により、再度マスク搭載室の酸素濃度をチェックするようにした。一方、被露光基板となるウェハを、工程30から工程33を経て露光室に搬送した。

【0024】ウェハステージが置かれている露光室は窒素で充填されているので、まずウェハを通常の大気環境下で露光予備室に入れ、つぎに予備室を窒素置換し、酸素濃度が15ppm以下になったとを確認した後、ウェハを予備室から露光室内に搬送した。

【0025】工程27、28は従来と同様のウェハへのパターン転写工程である。すなわち、マスク8はマスクステージ駆動手段10により、ウェハ12はウェハステージ駆動手段14により、それぞれ移動または位置決めされ、制御系16の指示の基にステッピングあるいは同期スキャンにより、ウェハ全面にパターンを転写する。

特に、ウェハ位置はレーザ干渉計15により正確に計測される。また、オペレータによる露光に必要なデータ入力や露光状態の把握はインターフェース17を介して行われるようにした。

【0026】1枚のウェハへのパターン転写が終了すると、そのウェハは排出され、つぎに準備されているウェハがウェハステージ上に搬送される。工程30～33はウェハを1枚ずつ取り扱ってもよいし、複数枚まとめて取り扱ってもよい。ウェハを1枚ずつ取り扱う場合は、工程28によるパターン転写と工程30～33によるウェハの準備を並行して実施できるようにした。

【0027】以上により全露光光学系内の酸素濃度を許容値である10ppm以下に保ち、マスクの交換も可能にしてパターン転写を行なうことができた。そのため、F₂レーザ(波長=157nm)を光源とする露光装置により、図4に示すような0.1μmオーダーの微細ゲートパターン41や密集配線パターン42を精度よく形成することができた。

【0028】ここで、上記実施例の説明では主に窒素ページの例を示したが、窒素の代わりにアルゴン、ヘリウム、ネオン等の不活性ガスの置換も有効である。特にヘリウムの場合は、温度変化に対する屈折率変化が充分小さいため、干渉光を用いてマスクやウェハの位置計測を精度よく行なえるという特徴がある。これらの不活性ガスは基本的に循環して使用する。

【0029】本実施例では脱酸素剤として還元性鉄粉を用いたが、本発明に用いるの化学的な反応により酸素を吸着する機構としては、脱酸素剤と使用されている固体のものはすべて使用できる。通常は還元性のものが好ましく、その適当な例としては、還元性を有する金属粉、例えば還元性鉄、還元性亜鉛、還元性錫粉、金属低位酸化物、例えば酸化第1鉄、四三酸化鉄、さらに還元性金属化合物、例えば炭化鉄、ケイ素鉄、鉄カルボニル、水酸化鉄；などの1種または組み合わせたものを主成分としたものが挙げられる。これらは必要に応じてアルカリ金属、アルカリ土類金属の水酸化物、炭酸塩、亜硫酸塩、チオ硫酸塩、第3リン酸塩、第2リン酸塩、有機酸

塩、ハロゲン化物、さらに活性炭、活性アルミナ、活性白土のような助剤と組み合わせて使用することもできる。

【0030】また、多価フェノールを骨格内に有する高分子化合物、例えば多価フェノール含有フェノール・アルデヒド樹脂等が挙げられる。さらに、アスコルビン酸、エリソルビン酸、ヒドロキシカルボン酸あるいはそれらの塩類等も挙げられる。これらの高分子化合物や酸類はウェハプロセスに金属汚染をもたらすことがないため、特にウェハを扱う露光室用の酸素吸着材として有効であった。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば露光環境内で酸素濃度を下げることが可能なため、マスク交換やウェハ交換の際の酸素濃度を従来法ほど下げる必要がない。したがって、それらの交換に要する時間を短縮でき、またガス交換に必要なガス使用量およびエネルギー使用量を削減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の露光装置の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施例の露光方法のフロー図。

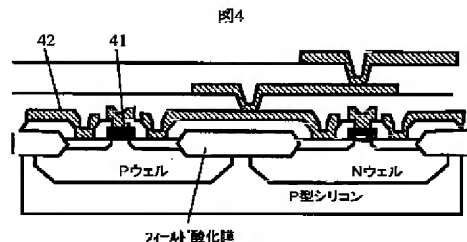
【図3】従来の露光装置の構成例を示すブロック図。

【図4】半導体装置の断面図。

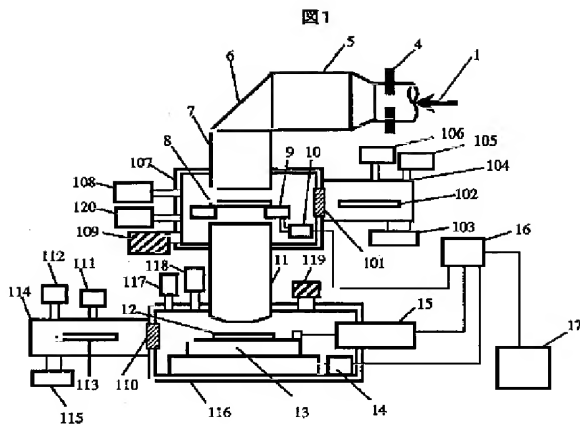
【符号の説明】

1…照明光、4…照明絞り、7…コンデンサレンズ、8、102…マスク、9…マスクステージ、11…縮小投影レンズ、12…ウェハ、13…ウェハステージ、101、110…バルブ、103、115…排気設備、104…マスク前室、107…マスク搭載室、106、108、111、117…酸素濃度モニター、116…露光室、114…露光準備室、105、112、118、120…窒素導入設備、109、119…脱酸素剤、10…マスクステージ駆動機構、14…ウェハステージ駆動機構、15…レーザ干渉計、16…制御系、17…インターフェース。

【図4】

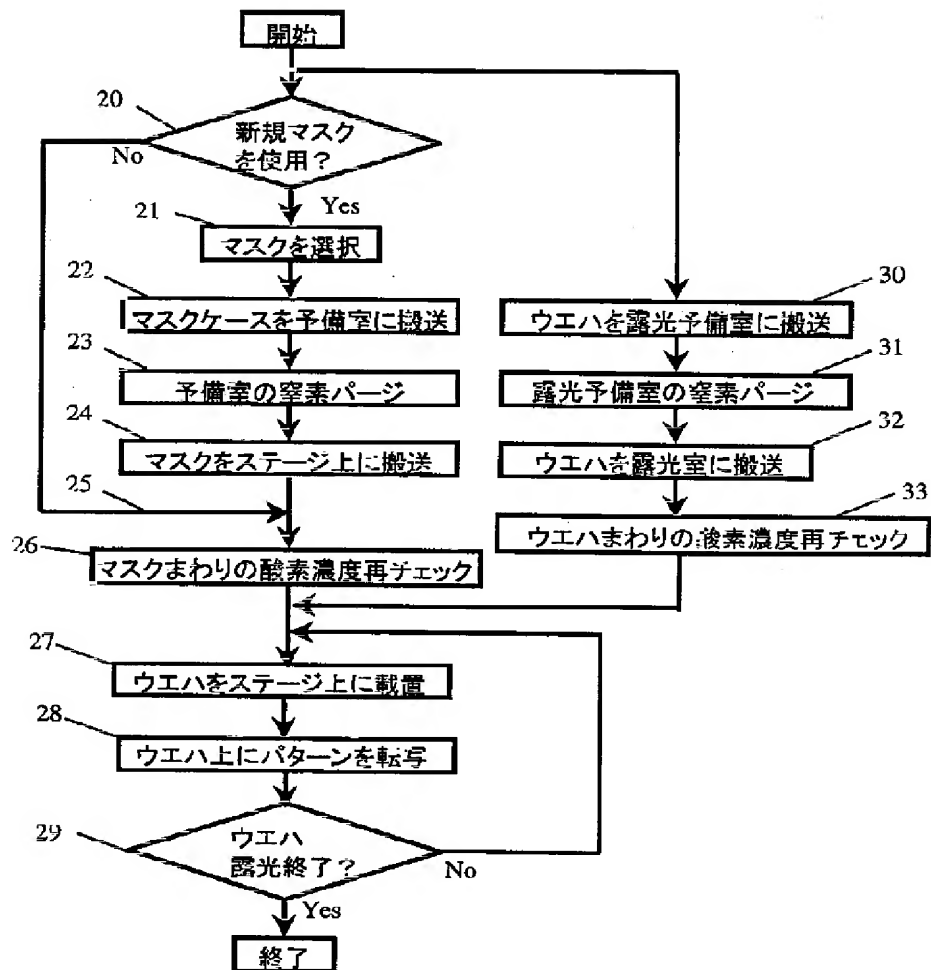


【図1】



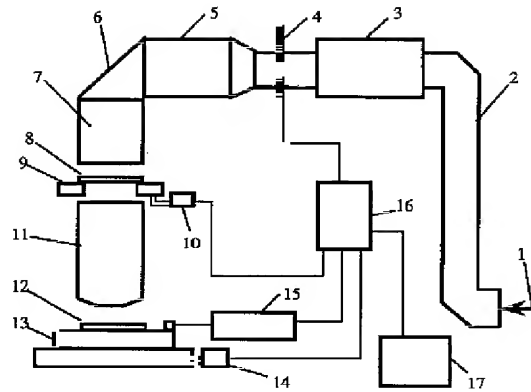
【図2】

図2



【図3】

図3



フロントページの続き

(72)発明者 茂庭 明美
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 寺澤 恒男
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
Fターム(参考) 2H097 BA02 BA04 CA13 LA10
5F046 AA28 BA04 CA07 DA27 DA30
DB11